

Διαμόρφωση & προγραμματισμός ενός Raspberry Pi PLC με χρήση της πλατφόρμας CODESYS

Η διαμόρφωση και ο προγραμματισμός ενός Raspberry Pi PLC, με χρήση της πλατφόρμας CODESYS επιτρέπει, μεταξύ των άλλων, την αξιοποίηση των γλωσσών προγραμματισμού που είναι σύμφωνες με το πρότυπο IEC 61131-3, καθώς και την προσθήκη καρτών επέκτασης τύπου EtherCAT.

Άρθρο του κ. Ιωάννη Μπερέτα*

Στο άρθρο που ακολουθεί θα παρουσιαστεί η διαδικασία που ακολουθούμε προκειμένου να προγραμματίσουμε ένα PLC με δομή Raspberry Pi, κάνοντας χρήση της πλατφόρμας CODESYS.

Το συγκεκριμένο PLC μπορούμε να το προγραμματίσουμε με μία από τις γλώσσες προγραμματισμού (FBD, LD, ST, SFC) που υποστηρίζονται από το CODESYS και οι οποίες είναι σύμφωνες με το τρίτο μέρος του διεθνούς προτύπου IEC 61131 (61131-3). Το PLC που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το B-NIMIS MC-PI PRO το οποίο είναι ένα επεκτάσιμο PLC και στο οποίο μπορούν να συνδεθούν διάφορες κάρτες επέκτασης για επεξεργασία ψηφιακών εισόδων / εξόδων και αναλογικών σημάτων τάσης, ρεύματος, θερμοκρασίας κ.ά., μέσω του διαύλου επικοινωνίας EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology) που διαθέτει.

Εκτός από τον δίαυλο επικοινωνίας EtherCAT, διαθέτει: Μία θύρα HDMI για τη σύνδεση του PLC με ένα μόνιτορ, δύο θύρες USB για τη σύνδεση άλλων περιφερειακών συσκευών, όπως ποντίκι, πληκτρολόγιο, κ.λπ. και μία θύρα Ethernet για την επικοινωνία - σύνδεση του PLC σε ένα τοπικό δίκτυο ή για την απευθείας σύνδεση του PLC σε έναν υπολογιστή που είναι εγκατεστημένο το CODESYS. Το συγκεκριμένο PLC είναι τετραπύρνο και αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να τρέχουμε εφαρμογές με πολύ υψηλές ταχύτητες, τοποθετώντας τα διάφορα τμήματα της εφαρμογής σε διαφορετικούς πυρήνες του PLC. Στο παρόν άρθρο έχουμε βάλει τις κάρτες επέκτασης EtherCAT να εκτελούνται από τον τελευταίο πυρήνα (πυρήνας νούμερο 3), το πρόγραμμα οπτικοποίησης από τον δεύτερο πυρήνα (πυρήνας νούμερο 1) και το κυρίως πρόγραμμα από τον πρώτο πυρήνα (πυρήνας νούμερο 0).

Τα υλικά

Τα υλικά που χρησιμοποιούμε είναι τα εξής:

- Ένα PLC με κωδικό "B-NIMIS MC-PI PRO" (αριστερό υλικό εικόνας 1).
- Μία κάρτα επέκτασης EtherCAT, με 16 ψηφιακές εισόδους και 16 ψηφιακές εξόδους, με κωδικό "MC-I/O DI16/DO16" (δεξιά υλικό της εικόνας 1).
- Ένα τροφοδοτικό 230 V AC / 24 V DC για την τροφοδοσία των δύο παραπάνω υλικών.

Για τη διαμόρφωση και τον προγραμματισμό των παραπάνω υλικών, θα πρέπει να εκτελέσουμε τα εξής βήματα:



ΕΙΚΟΝΑ 1

- I) Διαμόρφωση του υπολογιστή μας κάνοντας χρήση μίας στατικής IP.
- II) Χρήση της διεύθυνσης <https://169.254.255.59> για σύνδεση του υπολογιστή με το PLC.
- III) Σύνδεση με το PLC κάνοντας χρήση του Name και του Password.
- IV) Update του Firmware του PLC.
- V) Εγκατάσταση του Target File: "Berghof_MC-PI_Target_1.5.0.0.package" στην πλατφόρμα CODESYS.
- VI) Δημιουργία ενός νέου Project στην πλατφόρμα CODESYS, με χρήση του PLC "Berghof MC-PI SoftMotion Control" και εγκατάσταση της αναγκαίας Βιβλιοθήκης.
- VII) Προσθήκη ενός στοιχείου "EtherCAT Master" και σύνδεση με το PLC.
- VIII) Εύρεση και προσθήκη του Προσαρμογέα Δικτύου "eth1".
- IX) Ανίχνευση και προσθήκη της κάρτας επέκτασης "MC-I/O DI16/DO16".
- X) Δημιουργία μίας σελίδας οπτικοποίησης και τοποθέτηση - παραμετροποίηση ενός ορθογώνιου που περιέχει ένα απλό κείμενο.
- XI) Τροποποίηση του "Cycle time" της EtherCAT Master.
- XII) Αλλαγή της προτεραιότητας εκτέλεσης του EtherCAT_Task από 1 σε 0.
- XIII) Δημιουργία δύο "Group Names" στο "Task Configuration" και καταμερισμός των τριών Tasks του προγράμματος, στους τρεις πυρήνες του PLC.
- XIV) Αλλαγές στα "PLC Settings" του "Device".
- XV) Εκτέλεση του προγράμματος.
- XVI) Τρόπος σύνδεσης των εισόδων, των εξόδων και της τροφοδοσίας της κάρτας επέκτασης "MC-I/O DI16/DO16".

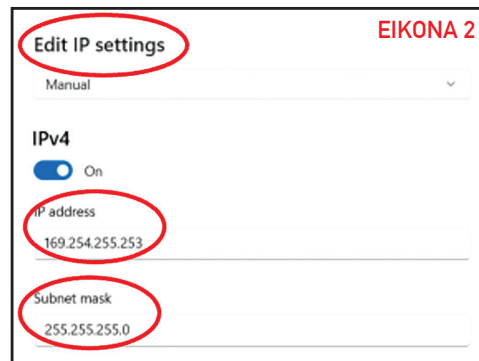
Τα 15 βήματα

I) Στις "Ρυθμίσεις Δικτύου και Internet" του υπολογιστή μας και στο παράθυρο "Edit IP settings" εισάγουμε στο πεδίο "IP address" τη διεύθυνση "169.254.255.253" και στο πεδίο "Subnet mask" τη διεύθυνση "255.255.255.0" (εικόνα 2).

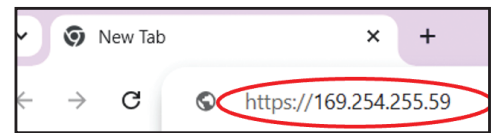
II) Στη γραμμή διευθύνσεων του υπολογιστή (εικόνα 3), πληκτρολογούμε τη διεύθυνση "https://169.254.255.59". Να διευκρινίσουμε ότι το τελευταίο byte της διεύθυνσης αυτής, δηλαδή η τιμή "59", είναι τα δύο τελευταία ψηφία από τον serial number που υπάρχει επάνω στην ετικέτα του PLC.

III) Στο παράθυρο που θα ανοίξει (εικόνα 4), πληκτρολογούμε "admin" στο πεδίο "Name" και "Sf3H9Ke3" στο πεδίο "Password". Ο κωδικός "Sf3H9Ke3" υπάρχει τυπωμένος επάνω στην ετικέτα του PLC.

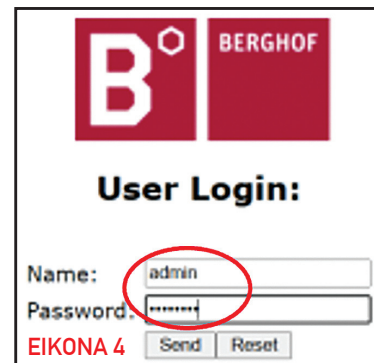
IV) Στο παράθυρο που θα ανοίξει (εικόνα 5), επιλέγουμε από το μενού "System" το "Update" και στη συνέχεια το "Choose file" από το παράθυρο "Package Update". Επιλέγουμε το αρχείο "firmware_mc-pi_plc_1.5.0.tgz" που το έχουμε "κατεβάσει" δωρεάν



EΙΚΟΝΑ 2



EΙΚΟΝΑ 3



EΙΚΟΝΑ 4

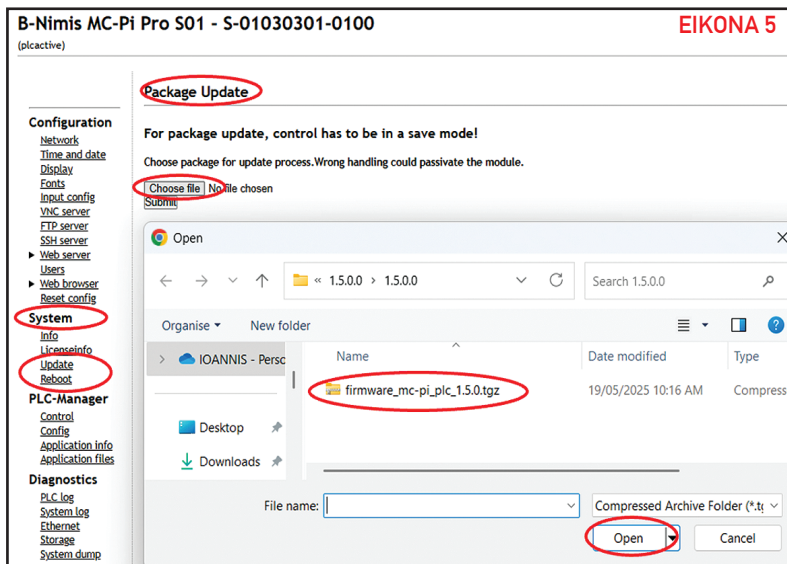
από την κατασκευάστρια εταιρεία του PLC, πατάμε "Open" και περιμένουμε να ολοκληρωθεί η διαδικασία. Στο τέλος πατάμε την εντολή "Reboot", για να επανεκκινήσει το PLC. Με τον τρόπο αυτό γίνεται η ενημέρωση του Firmware του PLC από την έκδοση 1.4.4.0 που είχε, στην έκδοση 1.5.0.0. Προσοχή: Την έκδοση του Firmware 1.5.0.0 την εγκαθιστούμε στο PLC όταν χρησιμοποιούμε την έκδοση 3.5.20.1 του CODESYS και πάνω. Αν έχουμε έκδοση CODESYS έως 3.5.19.17, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το Firmware 1.4.4.0.

V) Στη συνέχεια πρέπει να εγκατα-

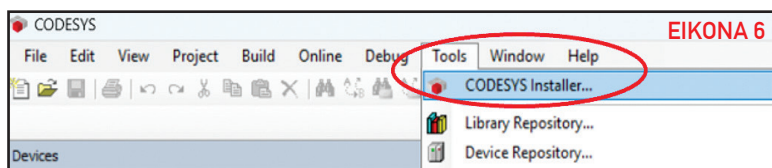
στήσουμε το αρχείο "Berghof_MC-PI_Target_1.5.0.0.package" στην πλατφόρμα CODESYS, προκειμένου η τελευταία να αναγνωρίζει το συγκεκριμένο PLC που διαθέτουμε. Η έκδοση του αρχείου package που θα χρησιμοποιήσουμε είναι η 1.5.0.0 επειδή έχουμε εγκατεστημένη την έκδοση 3.5.20.1 του CODESYS στον υπολογιστή μας. Σε περίπτωση που είχαμε παλαιότερη έκδοση του CODESYS (για παράδειγμα την 3.5.19.17), θα έπρεπε να εγκαταστήσουμε το αρχείο "Berghof_MC-PI_Target_1.4.4.0.package" που είναι η έκδοση 1.4.0.0. Για να γίνει η εγκατάσταση του συγκεκριμένου αρχείου στο CODESYS, ανοίγουμε την εφαρμογή αυτή και επιλέγουμε "CODESYS Installer" από το μενού "Tools" (εικόνα 6).

Στο παράθυρο που θα ανοίξει πατάμε "Install File(s)" και επιλέγουμε το αρχείο "Berghof_MC-PI_Target_1.5.0.0.package" που το έχουμε αποθηκευμένο στον υπολογιστή μας και μας το έχει προμηθεύσει δωρεάν η κατασκευάστρια εταιρεία του PLC, και ακολουθούμε τη διαδικασία έως ότου ολοκληρωθεί η εγκατάστασή του.

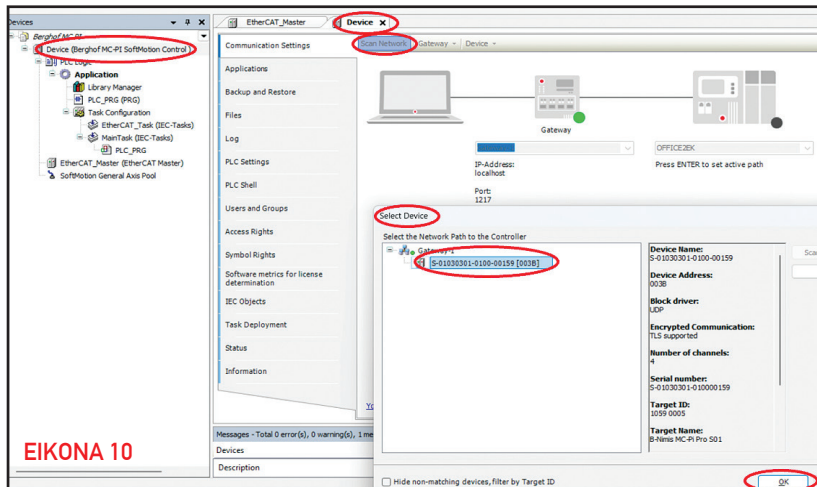
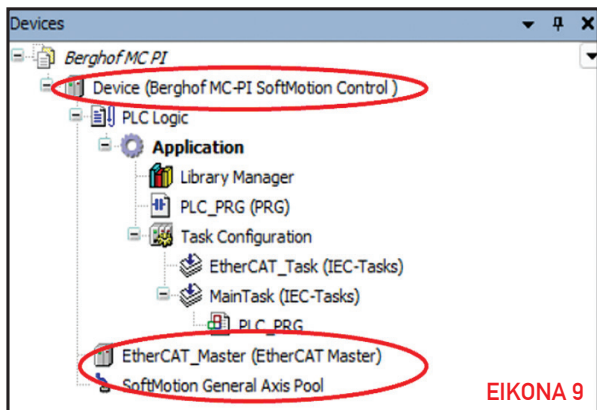
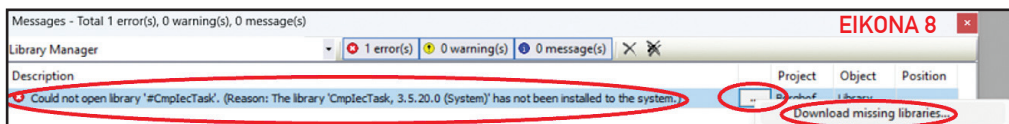
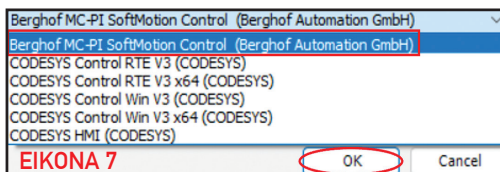
VI) Μετά την εγκατάσταση του απαραίτητου αρχείου "package" ανοίγουμε ξανά την πλατφόρμα CODESYS και δημιουργούμε ένα καινούργιο project, επιλέγοντας την εντολή "New project". Στη συνέχεια δίνουμε ένα όνομα στο project αυτό, για παράδειγμα το όνομα "Berghof MC PI", και για συ-



EΙΚΟΝΑ 5



EΙΚΟΝΑ 6



σκευή επιλέγουμε την "Berghof MC-PI SoftMotion Control" (εικόνα 7) και πατάμε "OK".

Να τονίσουμε ότι το συγκεκριμένο PLC εμφανίζεται στη λίστα της εικόνας 7, μετά την εγκατάσταση του απαραίτητου αρχείου "package" στο CODESYS, που πραγματοποιήσαμε στο βήμα "V". Την πρώτη φορά που θα δημιουργήσουμε το project, θα εμφανιστεί το μήνυμα της εικόνας 8, το οποίο μας πληροφορεί ότι λείπει μία βιβλιοθήκη. Στο σημείο αυτό, πατάμε στις 3 τελείες και στη συνέχεια επάνω στο μήνυμα "Download missing libraries..."

Στη συνέχεια θα εμφανιστεί ένα μήνυμα που μας πληροφορεί ότι ο υπολογιστής μας θα συνδεθεί σε μία συγκεκριμένη διεύθυνση, προκειμένου να "κατέβει" και να εγκατασταθεί η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη. Θα πρέπει να αποδεχτούμε το μήνυμα αυτό, πατώντας "Download". Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης θα εμφανιστεί ένα μήνυμα ότι η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη εγκαταστάθηκε.

Παρατήρηση: Για να μπορέσει να γίνει η εγκατάσταση της βιβλιοθήκης, θα πρέπει ο υπολογιστής να είναι συνδεδεμένος με το Internet. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να βγάλουμε την "καρφωτή IP" που έχουμε βάλαμε στο βήμα "I", και να επιλέξουμε το "Automatic DHCP", από τις ρυθμίσεις δικτύου του υπολογιστή.

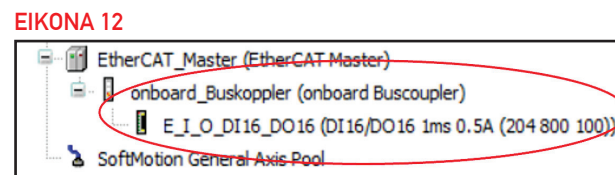
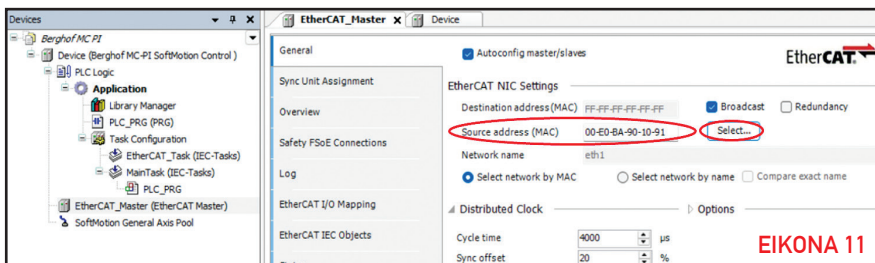
VII) Αφού δημιουργήσουμε το project και εγκαταστήσουμε την απαραίτητη βιβλιοθήκη, προσθέτουμε στη δομή Device ένα στοιχείο "EtherCAT Master". Για να γίνει αυτό, κάνουμε δεξί "κλικ" στο "Device (Berghof MC-PI SoftMotion Control)" και επιλέγουμε "Add Device...". Από το παράθυρο "Add Device" που θα ανοίξει, επιλέγουμε "EtherCAT Master". Το αποτέλεσμα φαίνεται στην εικόνα 9, όπου έχει προστεθεί το στοιχείο EtherCAT Master, στη δομή Device.

Στην συνέχεια (εικόνα 10) κάνουμε διπλό "κλικ" επάνω στη συσκευή "Device (Berghof MC-PI SoftMotion Control)" και στο παράθυρο "Device" επιλέγουμε το "Scan Network". Στο παράθυρο "Select

Device" που θα ανοίξει, επιλέγουμε το PLC που φέρει τον κωδικό "S-01030301-0100-00159[0038]". Τέλος, πατάμε "OK" για να συνδεθούμε.

VIII) Αφού συνδεθούμε με το PLC, κάνουμε διπλό "κλικ" στο στοιχείο "EtherCAT Master" και στο παράθυρο που θα ανοίξει πατάμε "Select" και επιλέγουμε το Network Adapter "eth1". Το αποτέλεσμα φαίνεται στην εικόνα 11, όπου παρατηρούμε και τη MAC address του Network Adapter "eth1".

IX) Στη συνέχεια "κουμπώνουμε" στα δεξιά του PLC την κάρτα επέκτασης 16I/16O και την τροφοδοτούμε με την απαραίτητη τάση των 24 V DC. Αφού τροφοδοτηθεί η κάρτα και εκκινήσει, κάνουμε δεξί "κλικ" στο στοιχείο "EtherCAT_Master" και επιλέγουμε "Scan for Devices". Από το παράθυρο που θα ανοίξει επιλέγουμε την κάρτα επέκτασης "E_I_O_DI16_DO16" που θα εμφανιστεί, και πατάμε "Copy to project". Όπως φαίνεται στην εικόνα 12, έχει προστεθεί η κάρτα επέκτασης των 16 ψηφιακών εισόδων και των 16 ψηφιακών εξόδων "E_I_O_DI16_DO16", στο στοιχείο EtherCAT Master.

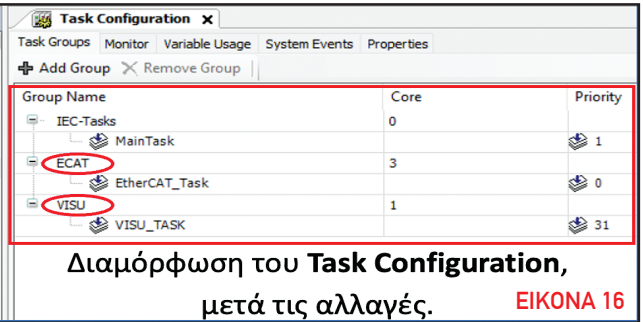
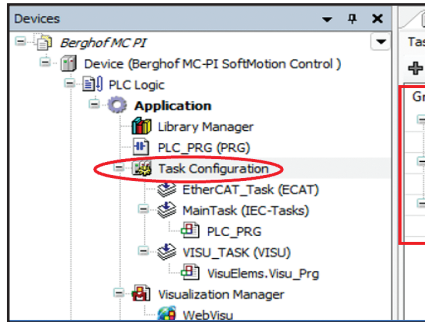
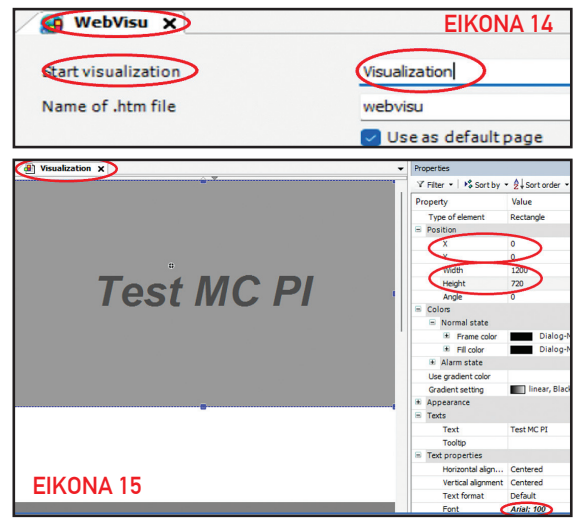
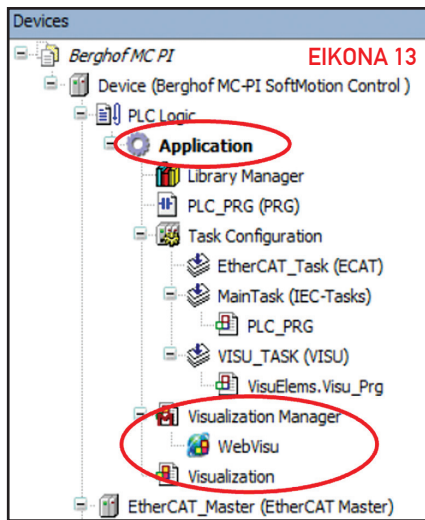


X) Στη συνέχεια δημιουργούμε μία σελίδα οπτικοποίησης. Κάνουμε δεξί “κλικ” στο “Application”, επιλέγουμε “Add object” και μετά “Visualization”. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην εικόνα 13, όπου έχουν προστεθεί οι φάκελοι “Visualization Manager”, “WebVisu” και “Visualization”. Ανοίγουμε τον φάκελο “WebVisu”, και από το πεδίο “Start visualization” επιλέγουμε για αρχική σελίδα οπτικοποίησης τη σελίδα “Visualization” που μόλις δημιουργήσαμε (εικόνα 14). Στη συνέχεια (εικόνα 15), ανοίγουμε την σελίδα “Visualization” και εισάγουμε ένα ορθογώνιο με απόχρωση γκρι, όπου: η πάνω αριστερή του γωνία είναι στη θέση $X=0$ και $Y=0$, έχει πλάτος 1.200 και ύψος 720 και περιέχει το κείμενο “Test MC PI” με χρήση της γραμματοσειράς “Arial” και μέγεθος “100”.

XI) Ανοίγουμε το στοιχείο “EtherCAT_Master”, και στο πεδίο “Cycle time” εισάγουμε την τιμή “1000 μs ” αντί για την αρχική τιμή των “4000 μs ”.

XII) Ανοίγουμε το στοιχείο “EtherCAT_Task” και αλλάζουμε το “Priority” από “1” σε “0”.

XIII) Ανοίγουμε τη σελίδα “Task Configuration” και δημιουργούμε δύο Group Names, το “ECAT” και το “VISU” (εικόνα 16). Στο πρώτο εισάγουμε το “EtherCAT_Task” και στο δεύτερο το “VISU_TASK”. Τα τρία αυτά Tasks τα ορίζουμε να επεξεργάζονται με διαφορετικό πυρήνα του PLC και συγκεκριμένα: Το “Main_Task” με τον πυρήνα “0” (δηλαδή τον πρώτο πυρήνα), το “VISU_TASK” με τον πυρήνα “1” (δεύτερος πυρήνας) και το “EtherCAT_TASK” με τον πυρήνα “3” (τέταρτος πυρήνας). Να σημειωθεί ότι πριν



τις αλλαγές στο “Task Configuration”, το αρχικό “Task” (IEC-Tasks) που περιείχε το “MainTask”, το “EtherCAT_Task” και το “VISU_TASK”, επεξεργάζονταν από ένα πυρήνα του PLC, που έφερε την ένδειξη “Fixed pinned” στη στήλη “Core”.

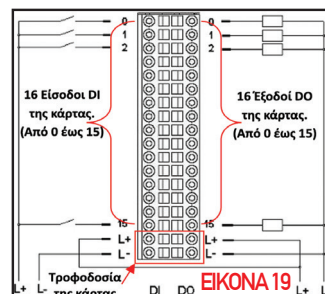
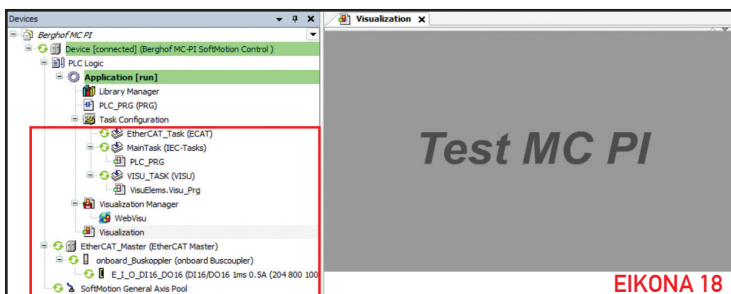
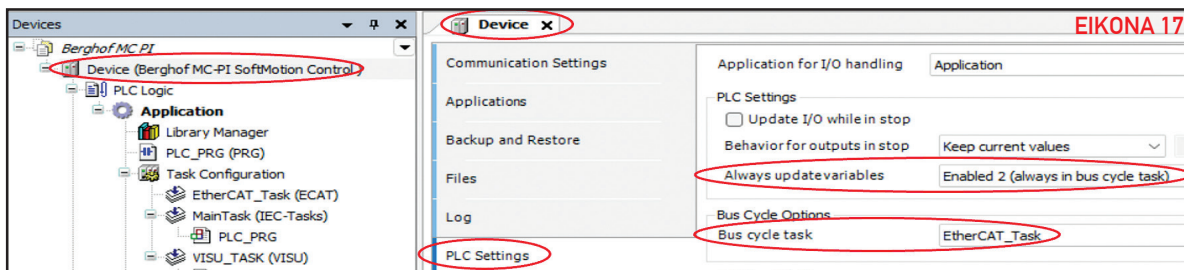
XIV) Ανοίγουμε το παράθυρο “Device” και στο πεδίο “PLC Settings” κάνουμε δύο αλλαγές (εικόνα 17):

1. Στο πεδίο “Always update variables” επιλέγουμε από το πτυσσόμενο μενού το “Enabled 2”.

2. Στο πεδίο “Bus cycle task” επιλέγουμε από το πτυσσόμενο μενού το “EtherCAT_Task”.

XV) Τέλος κάνουμε “Login” και “Start” (εικόνα 18) και παρατηρούμε ότι εμφανίζονται οι γνωστές πράσινες κυκλικές ενδείξεις, οι οποίες δηλώνουν ότι υπάρχει σύνδεση του υπολογιστή με το PLC και ότι όλα τα υλικά και η δομή που έχουμε χρησιμοποιήσει εκτελούνται κανονικά. Στο δεξί μέρος της εικόνας 18 παρατηρούμε ότι εκτελείται και το πρόγραμμα οπτικοποίησης, που στην περίπτωση μας είναι η ένδειξη “Test MC PI”.

XVI) Στο σχήμα της εικόνας 19 βλέπουμε αναλυτικά τον τρόπο σύνδεσης των εισόδων DI, των εξόδων DO και της τροφοδοσίας L+ και L- της ψηφιακής κάρτας MC-I/O DI16/DO16. Η τάση που απαιτείται για την τροφοδοσία όλων των παραπάνω στοιχείων είναι 24 V DC.



*Ο κ. Ιωάννης Μπερέτας είναι τεχνολόγος ηλεκτρολόγος μηχανικός, διαθέτει MSc in Automation and Robotics, είναι συγγραφέας του βιβλίου «Αυτοματισμοί με χρήση PLC», και τα τελευταία χρόνια είναι διευθυντής στο 2ο Εργαστηριακό Κέντρο (Ε.Κ.) Νέας Ιωνίας Μαγνησίας.